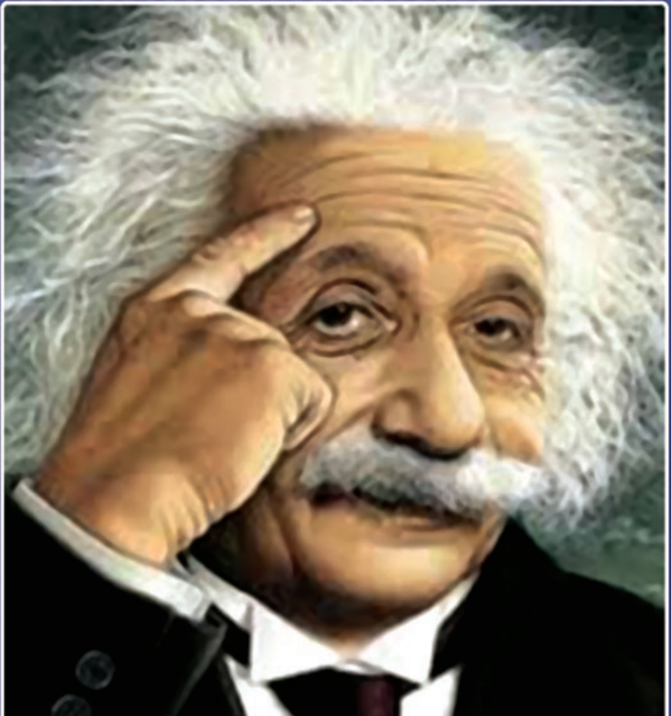
وزارة الثقافة
الهيئة العامة السورية لكتاب
منشورات الطفل

سلسلة أعلام للناشئة
العدد
«٨»

ألبرت آينشتاين



حسن بلال

ألبرت آينشتاين

تصميم الغلاف

رفـاه الحـو

حسن بلال

ألبرت آينشتاين

الهيئة العامة السورية للكتاب - منشورات الطفل
وزارة الثقافة - دمشق ٢٠١٢م

ألبرت آينشتاين / حسن بلال .- دمشق: الهيئة العامة السورية للكتاب، ٢٠١٢م .-٨٠ ص ؛ ٢٠ سم .

(سلسلة أعلام للناشئة؛ ٨)

١- ٥٣٠,١ ط ب ل ا أ ٢- ٥٩٢ ط: آينشتاين، ألبرت ب ٣- العنوان ٤- بلال ٥- السلسلة

مكتبة الأسد

سلسلة أعلام للناشئة

«٨»

ولد ألبرت آينشتاين في الرابعَ عَشَرَ من آذارَ عام ١٨٧٩، في مدينة أولم الألمانية الصغيرة، التي لم يتسع لها الوقت لتترك أية بصمة على حياته، فقد غادرَتْها عائلته بعد عام من ولادته إلى مدينة ميونخ؛ المركز العقلي والسياسي لجنوب ألمانيا آنذاك. وفي العام التالي لوصولهم ولدت أخته مايا، فكانا وحيديْ أبويهما البرجوازيَّيْنِ اليهوديّيْن.

كان والده هارمن آينشتاين مهندساً هادئ الطباع، يموّل ويشرف على مصنع كهركيميائي صغير ينتج أدوات كهربائية (دينامو ولمبات وغيرها) ويديره أخوه المهندس المحنك المهتم بدقائق الأمور والمولع بعلم الرياضيات، ومن هنا جاء هيام آنشتاين بهذا العلم.

كان يحلو لوالده هارمن بعد نهاية عمله اليومي الطويل اصطحاب الأسرة قاصداً ريف مدينة ميونيخ حيث البحيرات والجبال الجميلة، ضارباً عُرْضَ الحائط بالعادات والطقوس

اليهودية القديمة، وكانت مؤلفات الشاعر والمسرحي (شيلر)[1] بديلا له من كل تراثه الديني اليهودي، أما والدة آينشتاين (بولين كوخ) فقد كانت شخصية مهيمنة وصاحبة نكتة، وكان حبها للموسيقى دافعاً له ليتعلم الموسيقى وخصوصاً العزف على آلة الكمان حيث تمكن بسرعة من إجادة عزف مقطوعات عديدة من موسيقى باخ وموزارت وغيرهما من المبدعين الموسيقيين الكلاسيكيين الألمان.

إن بيئة غنية كهذه كانَ لا بد لها أن تترك أثاراً واضحة في نموه النفسي، وهذا ما يفسر عشقه للأدب والموسيقى الكلاسيكية في ألمانيا فيما بعد.

إن أغلب من كتبوا عن طفولته يقرّون بأنه لم يكن طفلاً عبقرياً، بل كان طفلا عادياً تأخر نطقه حتى بلغ الثالثة ، وخاف عليه أهله، وبدؤوا يدربونه على النطق، حتى تجاوز محنته، إلا أن شخصيته اتسمت بالانعزال والتأمل الدائم والرغبة في الاستكشاف والابتعاد عن اللعب مع الأطفال،

(١) شيلر (١٧٥٩ -١٨٥٠) شاعر ومسرحي ومؤرخ ألماني، من كتبه (تاريخ حرب الثلاثين سنة).

وكانوا يفسرون ذلك بضعف بنيته الجسدية، وقصره وبدانته. ولربما كان هذا أحد الأسباب التي جعلته يكره جميع الألعاب العسكرية، ثم الاستعراضات العسكرية الحقيقية والحروب، وكان يحب السلام والتفاهم بين شعوب الكرة الأرضية.

وفي مدرسته الابتدائية الكاثوليكية، كان ألبرت اليهوديَّ الوحيدَ فيها حيث عُيِّرَ مراراً بيهوديته من قبل زملائه، وهذا ما دفعه للتمسك بتراثه الديني حيث كان يرتل أغاني دينية وهو في طريقه إلى مدرسته، رغم سخرية والديه من هذا التراث، وبعد ذلك لم يجد اينشتاين فرقاً جوهرياً بين طقوسه الدينية وبين الأفكار الكاثوليكية التي تعلمها في هذه المدرسة التي لم تكن بمعاييره سوى ثكنة عسكرية همها الأول الامتثال للنظام وحشو المواد الدراسية في أذهان طلابها. ولا غرابة في ذلك؛ إذ إن ألمانيا كانت تحكم حينها من قبل قائد عسكري وسياسي قوي لعب دوراً مهماً في توحيدها وهو بسمارك (١٨١٥ - ١٨٩٨) وقد تغلغلت في عهده الروح العسكرية في جميع مناحي الحياة.

وهكذا فإن مجمل الأفكار التربوية والدينية انصهرت داخل اينشتاين، وتبلورت أسئلةً وإحساساً عميقاً بأن الكون ليس خالياً وأنه يخضع لقوانين أبدية، هذا ما كان يبدو له وهو ينظر إلى هدية والده (البوصلة الممغنطة) التي تتحرك إبرتها دوماً نحو الشمال دون سبب مرئي.فشغلته تلك القوة الخفية التي حركت الإبرة، وولّدت لديه ميلاً شديدا ًنحو العلوم الطبيعية بكل فروعها، لمعرفة القوانين التي تحكم الكون، وهنا بدأ بقراءة الكتب المبسطة المنشورة عنها، ونذكر منها كتاب إقليدس في الهندسة وكتب بوخنر[١] التي احتوت معارف عصره بقالب فلسفي مبسط وجذاب ، وقد ساهمت قراءاته العلمية والفلسفية، وهي التي ناقضت معتقداته الدينية، في وضع حد لغلوائه الديني في تلك الفترة، وعندما بلغ الرابعة عَشَرَةَ من عمره بدأ يتلقى تعاليم الدين اليهودي مع بعض زملائه في المدرسة، لكنه لم يعط أهمية للطقوس الدينية، بل اعتبرها والفكرَ الدينيَّ أجمعَ، عائقاً

---

(١) إدوارد بوخنر (١٨٦٠-١٩١٧): كيميائي ألماني حاز على جائزة نوبل عام ١٩٠٧عن أبحاثه في الخمائر.

كبيراً أمام حرية الفكر الإنساني، ليستمر على هذا الاعتقاد طيلة حياته، ولتبدأ رحلة تمرده على كل شيء في مجتمعه.

وقبل أن ينهي اينشتاين تعليمه الثانوي، عانى أبوه صعوبات اقتصادية بسبب كساد سوق الأدوات الكهربائية؛ مما دفعه إلى مغادرة ميونخ عام ١٨٩٤ إلى مدينة ميلانو الايطالية بقصد العمل لكي يتجاوز محنته الاقتصادية.

إلا أن اينشتاين لم يستطع مرافقته في تلك الرحلة، إذ كان عليه البقاء في ميونخ، لإكمال الثانوية العامة التي كان النجاح فيها شرطاً ضرورياً للدخول إلى الجامعة. ولم يكن هذا النجاح ميسراً له لأن منهاجه الدراسي يحتوي مادتي اللغة اليونانية واللغة اللاتينية، حيث كان يعاني كثيراً أثناء دراستهما إلى حد دفعه للتهكم منهما ومن الحجة التربوية التي تقول بأن تعلمهما يقوي تفكير الطلبة؛ لكن حصوله من معلم مادة الرياضيات على شهادة تفوق على جميع رفاقه في هذه المادة، كان الأمل المتبقي لديه في أن:

١ - يكمل تعليمه في أحد المعاهد خارج ميونخ.

٢- يتخلص من مدرسته التي كان يعاني من نظامها ومنهاجها على سواء. لكن بعض المدرسين الذين كانوا يكرهون سلوكه، رأوا في وجوده تأثيراً سيئاً على هيبتهم واحترامهم، وعلى النظام المدرسي برمته، فتسببوا بفصله من المدرسة عام ١٨٩٦ نتيجة لجدله الدائم المخالف لرأيهم، وغيابه المتكرر، وقناعاتهم بأنه لن يفلح بأي شيء فحالوا بذلك دون تحقيق هدفيه السابقين. وبعد فصله أصبح مضطراً لمغادرة ميونخ والذهاب إلى مدينة ميلانو الإيطالية حيث يقطن والده المبهور بمتاحفها وموسيقاها إلى حد دفعه للتفكير بالتخلي عن جنسيته الألمانية، لكن روعة هذه المدينة لم تحلَّ أزمته الاقتصادية كما كان يأمل، فطلب من ابنه القادم إليه التوقف عن الدراسة والبحث عن عمل للمساهمة بتحمل أعباء أسرته، ولكن الطالب آينشتاين أسعفه الحظ عندما قرر أحد أقاربه الأغنياء مساعدته مالياً ليتابع دراسته في مدرسة تشجع على التفكير الحر، حسب رأيه، بعكس مدرسة ميونخ حيث حصل من مدرسته الجديدة على دبلوم مكَّنه من الالتحاق بمدرسة البوليتكنيك الاتحادية في سويسرا، وفيها

ظهرت ميوله للفيزياء أكثر من الرياضيات، وبدأ يقرأ بنهم كتب كبار العلماء من أمثال الألماني هلمهولتز (١٨٢١ – ١٨٩٤) والاسكتلندي مكسو يل (١٨٣١ – ١٨٧٩) الذي مات سنة ميلاد آينشتاين والألماني هرتز(١٨٥٧ – ١٨٩٤) .... وغيرهم.

استمرت دراسته في مدرسة البوليتكنيك من عام ١٨٩٦ إلى آب ١٩٠٠ حيث نال دبلوماً في الفيزياء والرياضيات رغم غيابه المتكرر عن المدرسة، واستيائه المستمر من عملية حشو دماغه بالمعلومات أثناء التحضير للامتحانات النهائية ، ويعود الفضل في تخرجه إلى دفاتر محاضرات صديقه الحميم مارسيل غروسمان، وبعدَ تخرجه لم يقبل للعمل مساعداً لأحد أساتذتها لعدم محبتهم لشخصيته ولسوء سلوكه ، وتمرده على نظام التعليم آنذاك. إضافة إلى أنه لم يقبل مدرّساً في المدارس الثانوية رغم حاجتها لتخصصه. وفي عام ١٩٠١ وكان قد بلغ عمره واحداً وعشرين عاماً نال الجنسية السويسرية ، وبدأ العمل في مدرسة صغيرة خاصة بكل إخلاص وهمة، ولكنه سرعان ما اختلف مع

المدرسين ومدير المدرسة حول طرائق التدريس والنظام المدرسي ممّا دفع مدير المدرسة إلى فصله منها. وبدأت رحلة البحث عن عمل في مكان آخر تتعثر رغم حصوله على شهادة البوليتكنيك، إلى أن جاء ربيع عام ١٩٠٢ حيث تمكن اينشتاين وبمساعدة زميله في الدراسة مارسيل غرو سمان من استلام عمل فاحصاً في تسجيل براءات الاختراع في بريد مدينة (برن) السويسرية، حيث توسم مديره (هالر) خيرا بهذا العامل الجديد الذكي والنشيط ، وبدأ يتقاضى لقاء عمله المذكور ثلاثة آلاف فرنك سويسري في العام. وهذا ما ساعده على الزواج رغم معارضة أمه أوائل عام ١٩٠٣ العامِ الذي توفي فيه أبوه، من زميلته في الدراسة (مليفيا ماريتش) الصربية الأصل الأرثوذكسية الدين والحرة التفكير، والتي تكبره بثلاث سنوات حيث كانا يتحاوران دوماً في الفيزياء والموسيقى، إنها شقيقة روحه ودميته حسب تعبيره حيث كانت حصيلة هذا الزواج إنجاب ولدين كان سعيداً بهما بالرغم من أن أحدهما ولد مشلولا وتوفي فيما بعد، أما الآخر واسمه هانز (١٩٠٤–١٩٧٣) فقد درس الهندسة الهيدروليكية

وأصبح أستاذاً جامعياً بجامعة بيركلي الأمريكية، واستمر بعمله حتّى وفاته دون أن تبدوَ منه أي علاماتِ نبوغ.

كان آينشتاين يحب العزلة والتأمل في كل من الموسيقى والرياضيات والفيزياء باحثاً عن نظرية تفسر انسجام هذا العالم ، وهذا ما دفعه إلى إهمال كل ما لا يساعده على تحقيق هذا الهدف، حتى التزاماتُهُ العائليةُ اعتبرها عائقاً جديداً آخر دونَ تحقيقِ هدفه. وهذا ما خيب آمال زوجته فيه، فبدأ الخلاف بينهما خصوصاً عندما كان يهرب منها في منتصف الليل باتجاه المطبخ ليكتب صفحات من المعادلات الرياضية، يناقشها في اليوم التالي مع صديقه جورج بيسو ولتشكل فيما بعد نواة النظرية النسبية. فما هي جذور هذه النظرية؟.

جذور بعض المفاهيم الفيزيائية النسبية

كثيرة هي المفاهيم الفيزيائية التي كانت تعتبر راسخة بثباتها، بينما هي في الواقع متغيرة، ولإيضاح بعض منها نطرح الأسئلة التالية:

أين يقع منزلك على يمين الشارع أم على يساره؟

إن الإجابة على هذا السؤال غير ممكنة إلا إذا **حددنا اتجاه الحركة نحو المنزل.**

فإذا كان اتجاه الحركة من مدينة دمشق إلى مطارها على سبيل المثال، وكان منزلك يقع على يمين الشارع فإنه يقع على يساره عندما يكون اتجاهك معاكساً أي من المطار إلى دمشق.

وهكذا تبين الخبرة اليومية أن اليمين واليسار مفهومان نسبيان، اليمين يصبح يساراً واليسار يميناً عندما نغير اتجاه الحركة.

والسؤال الآخر: هل نحن الآن في النهار أم في الليل؟

سؤال يبدو للوهلة الأولى أَخرق لكن الإجابة الدقيقة عليه تتطلب معرفة مكان وجودنا أثناء السؤال، فقد يكون النهار في مكان ما على مسطح كرتنا الأرضية والليل في مكان آخر في اللحظة نفسها، فما بالك لو تغيرت الأمكنة في هذا الكون الفسيح. **إذاً النهار والليل مفهومان نسبيان يتغيران بحسب المكان على كوكبنا على وجه الخصوص وفي الكون على وجه العموم.**

والسؤال الأخير: هل مفهوما الأعلى والأسفل مطلقان أم نسبيان؟

لم يكن لهذا السؤال معنى قبل إثبات كروية الأرض. لأن الاتجاه العمودي كانَ مطلقاً (أي ثابتاً) ووحيداً في الكون، فالأعلى أعلى والأسفل أسفل، لكن بعد إثبات كروية الأرض ومعرفة أبعادها أصبح الاتجاه العمودي متغيراً ويعتمد على موقع النقطة على سطح الكرة الأرضية، وبما أن للأرض نقاطاً عديدة ومختلفة الأبعاد، فإن الاتجاهات العمودية تختلف من نقطه إلى أخرى أي يتغير منحاها كلما زادت المسافة

بين هذه النقاط التي يمر فيها الاتجاه العمودي، وبتغيره يتحول هذان المفهومان من مطلقين، كما كان ينظر إليهما سابقاً، إلى نسبيين نحس بهما، وعلى سبيل المثال عندما نختار دولتين على سطح الكرة الأرضية بعيدتين عن بعضهما بعضاً ومتقابلين كسورية ونيوزيلندة، وإذا اعتبرنا الاتجاه العمودي مطلقاً (ثابتاً) في سورية فإن سكان نيوزيلندة يمشون على رؤوسهم بالنسبة إلى سكان سورية. والعكس صحيح، فإذا اعتبرنا الاتجاه العمودي ثابتاً في نيوزيلندة فإن سكان سورية يمشون على رؤوسهم بالنسبة إلى سكان نيوزيلندة. إن هذه النظرة المتعاكسة لسكان الدولتين تختفي إذا ما اعترفنا بنسبية الاتجاه العمودي.

باختصار يتبين لنا من خلال الأسئلة السابقة والإجابة عليها أن مجمل المفاهيم المذكورة نسبية، وأنه يكون لها معنى عندما نوضح الشروط اللازمة عند مراقبتها ونحدد المرجع(١) الذي نستند إليه عند الإجابة عليها.

---

(١) المرجع المكاني: هو أي مكان نستطيع من خلاله تعيين موقع الأشياء بالنسبة إليه.

* **تطور طبيعة الضوء :**

سنبدأ من تفسير العالم الهولندي كريستيان هيغنز (١٦٢١ - ١٦٩٥) لكيفية انتشار الضوء عندما قال:

إن الضوء ينتشر تماماً كما تنتشر الموجات في بحيرة ألقي بها حجر ، وباعتبار الضوء موجة تشبه أمواج الماء، فَسَّرَ ظاهرتي انعكاس وانكسار الضوء، لكن العالم الإنكليزي إسحاق نيوتن كان له رأي مخالف عندما قال عام ١٦٦٩:

إن الضوء ذو طبيعة جسيمية ويتكون من جسيمات ترتد عندما تصطدم بحاجز كما ترتد الكرة المرنة عندما تصوب نحوه أيضاً، لكن تجربة العالم الانكليزي هوك (١٦٣٥- ١٧٠٣) في انحراف الضوء عام ١٦٧٨ حسمت الجولة الأولى لصالح العالم هيغنز وفكرته المَوْجيّة عن طبيعة الضوء ، وتراجع العالم نيوتن أمام التجربة بمقولة ملؤها التواضع والحدس بالمستقبل حيث قال:

إنني على يقين بأن طبيعة الضوء يمكن تفسيرها بعدد لا يحصى من الأفكار، لذلك أؤثر أن أتجنبها جميعاً.

وهكذا ترسخت الطبيعة الموجية للضوء، وخاصة بعد التجارب التي قام بها كل من العالمين الفرنسي جون فرينل (١٧٨٨ – ١٨٢٧) والإنكليزي توماس يونغ (١٧٧٣-١٨٢٩)، وأكدتها المعادلات الرياضية التي أنجزها العالم الفرنسي بواسون.

ويبقى السؤال الذي يحتاج إلى إجابة: كيف يمكن توليد أمواج الضوء؟ وهل تبقى طبيعته الموجية صامدة أمام التطورات العلمية اللاحقة؟

لم تتأخر الإجابة طويلاً؛ إذ استنتج العالم الاسكتلندي جيمس ماكسويل (١٨٣١ – ١٨٧٩) نظرياً وبالمعادلات الرياضية بأن الضوء أمواجٌ كهرطيسية[١] وذلك عندما وحّد

---

(١) هي أمواج تتكون من مجالين متعامدين متلازمين أحدهما كهربائي والآخر مغنطيسي، ولها سرعة تساوي سرعة الضوء البالغة ٣٠٠٠٠٠ كيلومتراً في الثانية ، وتختلف عن بعضها بعضاً بطول الموجة أو التردد ، وهما سمتان تصنف على أساسهما جميع الأمواج في الكون.

قوانين علمي الكهربائية والمغناطيسية عام ١٨٦٥ وأصبحا علماً واحداً سمّي بالكهرطيسية.

وقد تم الإثبات التجريبي لهذا الاستنتاج عام ١٨٨٦ أي بعد وفاة العالم ماكسويل بأكثر من سبع سنوات، على يد العالم الألماني هنريك هرتز (١٨٥٧ – ١٨٩٤) حيث قام بتوليد الأمواج الكهرطيسية ، وتم إرسالها بعد ذلك من قبل العالم الإيطالي ماركوني (١٨٧٤ – ١٩٣٧) من أوروبا إلى أمريكا لتكون فاتحة عصر الاتصالات اللاسلكية والراديوية والرادارية والتلفزيونية والهواتف النقالة. والجدول الآتي يبيّن أنواع الأمواج الكهرطيسية المرئية منها وغير المرئية.

الطول الموجي (بالمتر)		التردد (دورة في الثانية)
من $١٠^{-١٠}$ إلى أقل من $١٠^{-١٤}$	أشعة غاما	من $١٠^{١٨}$ إلى أكثر من $١٠^{٢٣}$
من $٠,٥ \times ١٠^{-٧}$ إلى $٠,٥ \times ١٠^{-١٢}$	أشعة إكس	من $٠,٥ \times ١٠^{١٥}$ إلى $٠,٥ \times ١٠^{٢٠}$
من $٠,٥ \times ١٠^{-٦}$ إلى $٠,٥ \times ١٠^{-٨}$	فوق البنفسجية	من $٠,٥ \times ١٠^{١٤}$ إلى $٠,٥ \times ١٠^{١٦}$

من ٠,٤× $١٠^{-٦}$ إلى ٠,٧× $١٠^{-٦}$	أشعة مرئية	من ٠,٧٥ × $١٠^{١٣}$ إلى ٤,٣× $١٠^{١٤}$
من ٠,٥ × $١٠^{-٣}$ إلى $١٠^{-٥}$	تحت الحمراء	من $١٠^{١٢}$ إلى ٠,٥ × $١٠^{١٤}$
من ٠,٥ × $١٠^{٢}$ إلى $١٠^{-٤}$	أمواج لاسلكية قصيرة	من $١٠^{٧}$ إلى ٠,٥ × $١٠^{١٢}$
من $١٠^{٣}$ إلى ٠,٥ × $١٠^{٢}$	أمواج لاسلكية عادية	من ٠,٥ × $١٠^{٥}$ إلى $١٠^{٧}$
من $١٠^{٣}$ إلى أكثر من $١٠^{٧}$	أمواج لاسلكية طويلة	من ٠,٥ × $١٠^{٥}$ إلى أقل من ١٠

مشكلة انتشار الضوء وسرعة أمواجه

بدايةَ القرن الماضي، كان الاعتقاد السائد لدى علماء الفيزياء أن الضوء بحاجة إلى وسط كي تنتشر أمواجه فيه، مثلما يحتاج الصوت لوسط الهواء كي تنتشر أمواجه فيه.لذا تم افتراض وسط لأمواج الضوء سمي بالأثير اضطُرَّ العلماء فيما بعد إلى تحميلِهِ صفات عديدة نذكر منها أنًه ثابت لا يتحرك، وأنَّ كثافته منتظمة، ولا يمكن رؤيته، وأنه يملأ الكون أَجمع، وتتحرك فيه الأجسام بسهولة ودون احتكاك، كي لا تتناقص سرعتها، ورغم ذلك فإننا نعجز عن تفسير استمرار دوران الأرض حول الشمس، منذ مليارات السنين دون توقف.بل دون تغير يذكر في سرعتها المتوسطة، والتي تقدر تقريبا ب ٣٠ كيلو متر في الثانية، دون أن نحس بدورانها. فكيف يمكننا التأكد من وجود هذا الأثير المفروض؟

حاول العلماء البحث عنه بقياس كثافته وضغطه ولكن دون جدوى، فبدا لهم افتراض الأثير مفتعلاً ولا سيما وأنهم لم يلاحظوا أي تأثير له على مجمل الظواهر الفيزيائية آنذاك، وبالتالي لا دليل على وجوده، وهذا ما دفع العالم الرياضي الفرنسي بوانكاريه (١٨٥٤- ١٩١٢) للقول: إذا كان الأثير موجوداً فإنه سيظل دون اكتشاف. ورغم ذلك تابع العالم الفيزيائي الألماني المولد ألبرت مكلسون (١٨٥٢- ١٩٣١) المحاولات لاقتفاء أثر الأثير، وصمم جهازاً اعتمد مبدأ عمله على تداخل الضوء، واستمر يحسنه على مدى خمس سنوات، وأجرى بواسطته تجربة عام ١٨٨٧ ساعده فيها تلميذه مورلي، وكان هدفها الرئيس دراسةَ تأثير حركة الأرض عبر الأثير على سرعة انتشار الضوء.كان معظم العلماء يتوقعون نتيجة التجربة وهي أن سرعة الضوء تزداد إذا كان اتجاهها مع اتجاه حركة الأرض وتقل إذا كان اتجاهها عكس اتجاه حركة الأرض، لأن هذه النتيجة تتفق مع الحدس الفطري للبشر ومع قانون جمع السرعات إذا كانت باتجاه واحد، وطرحها عندما تكون باتجاهات متعاكسة وفق القانون

الذي وضعه العالمان غاليلو الإيطالي (١٥٦٤-١٦٤٢) الذي خالف أفكار الكنيسة عندما قال إن الشمس ساكنة والأرض تتحرك حولها، ورغم تراجعه عن ذلك فيما بعد فقد اتُّهِمَ بالهرطقة وسُجِنَ في حجرة ضيقة بضعة أشهر، حتّى خرج منها فاقد البصر، مما دفعه للقول عام ١٦٣٧: إن هذا الكون الذي وسّعتهُ ألف مرة، قد ضاق الآن وانحشر بين حدود جسمي الضيقة. بهذه الأفكار كان غاليلو قد مهد الطريق أمام العالم نيوتن (١٦٤٢-١٧٢٧) الذي ولد عام وفاة غاليلو وأسس علم الميكانيك عندما بيَّنَ أَثَرَ القوى في إحداث الحركة وتحريك الأجسام المنظورة بالسرعات العادية في هذا الكون ، من خلال ثلاثة قوانين نشرها في كتابه (المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية) عام ١٦٨٧ وهي:

القانون الأول ونصه:

تحتفظ الأجسام بحالة سكونها إن كانت ساكنة ، أو بحركتها المنتظمة في خط مستقيم إذا كانت متحركة، ما لم تؤثر عليها قوى خارجية محصلتها لا تساوي الصفر تغير من حالتها.

يسمى القانون السابق بقانون العطالة (القصور الذاتي)، لأن الأجسام تميل إلى الاحتفاظ بحالتها الطبيعية سواء أكانت بحالة سكون أم حركة، إلا إذا أجبرت بالقوة على تغيير حالتها السابقة.

إن الجزء الأول من هذا القانون يتفق مع خبراتنا اليومية، فالجسم الساكن على الأرض يبقى ساكناً إلى الأبد ما لم تغيره قوة ما. أما الجزء الثاني فهو يناقض خبرتنا اليومية ، لأن الكرة المتدحرجة على الأرض تتباطأ إلى أن تتوقف بسبب قوة الاحتكاك التي تعاكس حركتها دوماً، لكن كلما قللنا من قوة الاحتكاك تدحرجت الكرة مسافةً أطول، وفي حالة انعدام قوة الاحتكاك والقوى المؤثرة على الكرة فإنها تتحرك بسرعة ثابتة (منتظمة) وبمسار مستقيم.

القانون الثاني :

إن القانون الأول والقانون الثالث الذي سنذكره لاحقاً قانونان بسيطان لخلوهما من المعادلات الرياضية، أما القانون الثاني فله صيغة رياضية يعبر عنها بما يلي:

إذا أثرت محصلة قوى على جسم ما ، فإنها تسبب له تسارعاً أي تغير من سرعته في اتجاهها ويتناسب هذا التسارع طردياً مع مقدار محصلة القوى، وعكسياً مع كمية المادة الموجودة في الجسم أي (كتلته) التي تعتبر مقياساً لقصوره الذاتي.

القانون الثالث : وينص على أن:

لكل فعل دائماً رد فعل مساوياً له في المقدار ومعاكساً له في الاتجاه.

أي إذا أثر جسم ما بقوة (تسمى قوة الفعل) ، على جسم ثان، فان الجسم الثاني يؤثر على الجسم الأول بقوة تسمى (قوة رد الفعل)، تساوي قوة الفعل وتعاكسها في الاتجاه، فالجسم الذي يوضع على منضدة، يؤثر عليها بقوة فعل تتجه نحو الأسفل، فترد عليه المنضدة بقوة رد فعل نحو الأعلى تساوي وتعاكس قوة الفعل، وهذا يفسر سكون الجسم على الطاولة.

إن فكرة تبادل القوى بين الأجسام في الطبيعة ، كانت أحد الأفكار الهامة التي سبق نيوتن إليها كلَّ علماء عصره.

وخاتمة القول: إن هذه القوانين الثلاثة، مازالت حتى الآن تصف بدقة حركة الأجسام في الطبيعة ، ذاتِ السرعات العادية (سيارة – طيارة – قطار)، وعُرِفت هذه القوانين الثلاثة فيما بعد (بالميكانيك الكلاسيكي) ذلك العلم الذي تطابق مع التجربة، لفترة تزيد عن مائتي عام، حتّى اقتنع علماء عصره بأنه علم معصوم عن الخطأ، وما زال يدّرس حتى الآن لطلاب المرحلة الإعدادية والثانوية في كتب الفيزياء.

لكن ما حدث هو أن نتيجة التجربة التي قام بها مكلسون ومورلي خيبت توقعات الجميع، وخالفت تحويلات غاليلو ونيوتن. مما دفع إلى تكرارها مئات المرات وفي ظروف وأمكنة مختلفة، ورغم ذلك بقيت نتيجة التجربة صامدة، وهي أن **سرعة الضوء ثابتة، في جميع الاتجاهات، ولا تأثير لحركة الأرض عليها**.

إن هذه النتيجة لم تَرُقْ لكثير من العلماء فاعتبروا التجربة غير دقيقة بل وفاشلة. إلى أن جاء العالم اينشتاين، وغيَّرَ النظرة إلى هذه التجربة عندما قطف ثمار جهود العالم

مكلسون ببراعة بقوله: **إن نتيجة التجربة صحيحة وهامة، وطريقة قياسها غاية في الدقة والأناقة، ووصف مصممها بأنه فنان العلوم، حيث نال العالم مكلسون بعد انجاز تجربته الدقيقة جائزة نوبل عام ١٩٠٧ وقالت عنه لجنة نوبل بأنه العالم الذي علم العالم أجمع طريقة القياس....**

ولكن سرعان ما تبين له أن أغلب المشاكل في الفيزياء تتناولها الفلسفة، فأقبل يراجع كتبها ، ليحقق من وجهة نظره هدفين متعارضين:

الأول: الاطلاع بعمق على المبادئ العامة للفلسفة وعلاقتها بالعلوم من خلال عدد من الفلاسفة والعلماء من أمثال هيوم الإنكليزي (١٧١١-١٧٧٦)، وماخ النمساوي (١٨٣٨ -١٩١٦) الذي يعتبر من مؤسسي الفلسفة التجريبية النقدية، وبوانكاريه (١٨٥٤ - ١٩١٢)الذي يعتبر أحد أهم من أسسوا للنظرية النسبية الخاصة وغيرهم.

الثاني : التسلية والمتعة، لأن بعض الفلاسفة الألمان سطحيون في نظره ويتكلمون عن كل شيء مثل أرثور

شوبنهور (١٧٨٨ – ١٨٦٠). وفريدريك نيتشه (١٨٤٤-١٩٠٠) وغيرهم.

المهم في الأمر أن العالم آينشتاين الذي كان يحلم بتغيير المفاهيم الأساسية لعلم الفيزياء اعتمد نتيجة التجربة عندما كتب في نحو عشرين صفحة مشروعَ **نظريته النسبية الخاصة عام ١٩٠٥** وأرسلها إلى مجلة الفيزياء الألمانية، ويمكن تلخيصها بمسلَّمتيْنِ هامّتينِ هما:

١- **جميع القوانين الفيزيائية ثابتة** أي **لا تتغير في جميع المراجع الساكنة والمتحركة بالنسبة إلى بعضها بعضاً بسرعات منتظمة**. إن هذه المسلمة كان قد أشار إليها نيوتن بقوله إن الطائرة التي تتحرك بسرعة منتظمة بالنسبة للأرض، يستطيع ركابها أن يأكلوا ويشربوا داخلها كما لو كانوا بحالة سكون على الأرض. أي إن الحركة المطلقة لأي جسم في الكون لا وجود لها في الفيزياء، فالطائرة تتحرك بالنسبة إلى الأرضِ والأرض تتحرك بالنسبة إلى الشمس والشمس تتحرك بالنسبة إلى مجرتنا (درب التبانة)، والمجرة تتحرك حول نجوم أكثر بعداً، وهكذا فالكون بحالة حركةٍ

مستمرة تُمكّنُنَا من معرفة سرعة جسم بالنسبة إلى الآخر. وما فعله آينشتاين هو أنه وسع هذه المسلمة لتشمل جميع الظواهر الكهرطيسية إضافة إلى الظواهر الميكانيكية.

٢- سرعة الضوء في الفراغ ثابتة أي إن لها القيمةَ نفسها دائماً، وهي ٣٠٠ ألف كيلو متر في الثانية بالنسبة إلى جميعِ المراجع والراصدين لها، سواء أكانوا بحالة سكون أم حركة. أي إنها لا تتأثر بحركة المصدر (المنبع) الذي ولد أمواج الضوء لأنها لا تربط فيه فور صدورها، إنها سرعة قصوى لا يستطيع أي جسم أن يتعداها أو يصل إليها حتى الآن، واعتبر ذلك من ركائز العلوم التجريبية.

إن مسلَّمةَ ثبات سرعة الضوء اختبرت مرات عدة، وأكدت الاختبارات صحتها حيث قدمت هذه المسلمة لعلم الفيزياء نتائج هامّةً وهي:

أ- أبعدت فكرة الأثير وسطاً مادياً مفترضاً، لانتشار أمواج الضوء التي تمتاز من بقية الأمواج بخاصية الانتشار في الفراغ ودون الحاجة إلى وسط مادي.

ب- فسرت نتيجة تجربة (مكلسون ومورلي).

ج - أزالت التناقض بين قوانين انتشار الضوء ومبدأ نسبية الحركة.

الخلاصة: إن سرعة الضوء في الفراغ ثابتة لا يمكن إبطاؤها أو تسريعها لكنها عندما تجتاز وسطاً شفافاً غير الفراغ كالزجاج مثلاً فإنها تقل لكن سرعان ما تعود إلى ثباتها عندما تنفذ منه إلى الفراغ ثانية....

إن هذه الخاصية الفريدة التي تتمتع بها سرعة الضوء حيرت العقول ولعبت دوراً مهماً في تغيير مفاهيم فيزيائية عديدة كان ينظر إليها على أنها ثابتة في جميع المراجع، فالطول يتقلص، والزمن يتمدد، والكتلة تزداد، وبذلك أصبحت مفاهيم نسبية.

كل هذا حدث عندما رفض اينشتاين تحويلات غاليلو ونيوتن. واستخدم معادلات التحويل التي أوجدها لورنتز وبوانكاريه لا آينشتاين كما تشيع بعض الكتب الجامعية. وقد نتج عن هذه التحويلات ما يلي:

أ - **تقلص الطول:**

قبل النظرية النسبية أي (بداية القرن العشرين) كان الطول مقداراً ثابتاً لا يتغير ولا يتأثر بمن يقيسه سواء أكان الذي يقيسه في حالة سكون أم حركة، فلقياس طول ما ،ليس علينا ألا أن نضع طرف المتر عند بدايته، ونقرأ على المتر المدرج مقدار طوله عند نهايته. لكن قد يخطر على بالنا أن نسأل ماذا لو تحرك المتر أو من يقيس أثناء عملية القياس؟

والجواب أنه تتعذر عملية القياس بلا أدنى شك، خصوصاً عندما تكون الحركة سريعة جداً لكل من المتر والشخص الذي يقيس.

تقول النسبية: عند هذه السرعة العالية؛ وبالاعتماد على تحويلات لورنتز، إن المراقب الساكن (المرجع) يرى الطول المتحرك باتجاه السرعة يقصر (يتقلص) وكذلك يرى المراقب المتحرك بالسرعة السابقة نفسها الطولَ الساكنَ يقصر. ويصبح الطول لا نهائيًا عندما تصل السرعة إلى سرعة الضوء.

ولإيضاح ذلك دعونا نتخيّل مركبة فضائية طولها عشرة أمتار وهي ساكنة على الأرض، انطلقت بسرعة عالية تصل إلى ٠,٩٥ من سرعة الضوء، أي أقل من سرعة الضوء بقليل. إنَّ طول هذه المركبة أثناء تحليقها بالنسبة لمراقب ساكن على الأرض لا يتعدى ٣,٢٢٥ متر ، أي إن طولها قد تقلص، هذا ما أكدته تحويلات لورنتز[١] الرياضية ولم تؤيده التجربة حتى الآن وذلك لصعوبة إطلاق جسم بسرعة قريبة من سرعة الضوء.

ونتيجة لذلك تم اعتبار مفهوم الطول نسبياً أي (يتغير بتغير السرعة) وهذا ما أثار جدلاً كبيراً بين العلماء لسببين هما عدم إمكانية التحقق التجريبي من جهة، واعتياد الفيزيائيينِ على ثبات الطول ردحاً طويلاً من الزمن.

---

(١) يتناسب عزم دوران الأرض طرداً مع كتلها ومع مربع متوسط المسافة بين محورها والكتل المادية التي تتكون منها ومع تسارعها الزاوي أيضاً .

ب - الكتلة:

قبل النظرية النسبية كانت الكتلة ثابتة ولها قانون خاص يسمى قانون حفظ الكتلة، وينص هذا القانون على أن كتلة جسم ما (التي تمثل كمية المادة الموجودة فيه) هي مقدار ثابت. وفكرة الثبات هذه استمرت حتى نهاية القرن التاسع عشر وبعد ذلك تغيرت الكتلة بتغير السرعة. فزيادة السرعة تؤدي إلى زيادة الكتلة كما تؤكد تحويلات لورنتز وقبله العالم طومسون الذي استنتج علاقة رياضية تبين أن كتلة الإلكترون تزداد عندما تزداد سرعته. إلى أن جاء العالم اينشتاين ليستثمر من جديد أفكار لورنتز وطومسون عندما تساءل هل كتلة الأجسام تتأثر بما تحمله من طاقة؟ أجاب على تساؤله بالإيجاب قائلاً: إذا صرفت طاقة من جسم ما قلت كتلته، وأثبت رياضياً أشهر علاقة في التاريخ وهي **ط. = ك. × (سرعة الضوء)^{٢}** وكان قد سبقه إلى استنتاجها بطريقتين مختلفتين كل من العالمين: الروسي ليبيديف عام ١٨٩٩ والعالم الفرنسي بول لانجفان (١٨٧٢ – ١٩٤٧). وتعني هذه العلاقة أن أي جسم ساكن في الطبيعة له طاقة

مختزنه فيه تسمى الطاقة السكونية، وتعني أيضاً وجود تكافؤ بين الكتلة والطاقة أي يمكن تحويل كل منهما إلى الأخرى، إذ إن كتلة صغيرة مقدارها (١) كيلو غرام تعطي طاقة هائلة بتطبيق علاقة التكافؤ السابقة **ط.** = ١ × (٣×١٠^٨)^{٢} = ٩×١٠^١٦ **جول.** ولقد تم إثبات صحة هذه العلاقة تجريبياً في التفاعلات النووية الانشطارية حين أنتجت القنابل النووية وتمت السيطرة على الطاقة الهائلة الناتجة عنها داخل المفاعلات النووية والاستفادة منها في إنتاج الكهرباء وغيرها وكذلك في التفاعلات النووية الاندماجية التي لم يتم السيطرة عليها حتى الآن، رغم المحاولات الحثيثة لكن كانَ من نتائجها القنابل الهيدروجينية المدمرة.

ج- تمدد الزمن وتطور فكرته:

في البدء كان الزمن كما نحسه، زمناً شخصياً داخلياً خالصاً من شوائب المادة وحركتها ويتأثر بذاكرتنا، فعندما نتذكر الماضي، تمر في مخيلتنا صور الأحداث التي جرت لنا ولغيرنا ممن نعرفهم، مرتبة بنظامٍ، وكأن اتجاه الزمن من

الماضي إلى المستقبل دوماً، أي يفر إلى الأمام دون أن يلتفت وراءه.

لكن التاريخ علمنا أن مفهوم الزمن يتطور مع تطورٍ الذهن الإنساني، فكان الزمن البيولوجي وهو زمن تقيسه كمّياً عدة وسائل نذكر منها: نبضات القلب، وحركة التنفس، وخطوات الكائن الحي،

لكنها جميعاً وسائل غير دقيقة وتختلف من شخص لآخر، ومع ذلك فإن الإنسان مكره على التعامل معها لأنها ترتبط بحياته.

وهذا ما دفع الكاتب الألماني المشهور غوته (١٧٤٧-١٨٣٥) إلى تشبيه الزمن بالزهرة التي تبتسم اليوم وتموت فيما بعد.

ومع تنامي المجتمع البشري ضعف ارتباط تقدير الزمن بالفرد وأصبح تقدير الزمن مرتبطاً بالمجتمع كُلّه، وهكذا بدأ الزمن العلمي الموضوعي، عندما تم اختراع أجهزة قياس الزمن (الساعات) التي طورت واعتمدت في عملها على

حركة ثابتةٍ مفروضة لنواساتها أو لاهتزازاتها الضوئية فيما بعد وما إلى ذلك.

هكذا إذن استندت ولادة الزمن العلمي على افتراض، والساعات المستخدمة لقياسه، لا تصلح لقياس حركة الأجسام طويلة المدى، وكأن الزمن ظاهرة محلية تُشبه الطقس، لذا اتجهت الأنظار إلى الحركة المنتظمة للكواكب والنجوم مراجعَ، فالأرض، مرجعاً، اعتدنا أن ندرس جميع الظواهر بالنسبة إليها. تدور ونحن على سطحها دورة كاملة حول محورها وتستغرق زمناً يسمى يوماً شمسياً، قسم فيما بعد إلى ساعات ودقائق وثوان، وبنفس الوقت تدور حول الشمس دورةً كاملة تستغرق سنه تساوي ٣٦٥ يوماً وربع اليوم، وهذا الربع يحسب كل أربع سنوات ليصبح زمن الدورة الواحدة ٣٦٦ يوماً وتسمى عندئذٍ سنةً كبيسة وشهر شباط فيها ٢٩ يوماً.

أي إن الأرض استُبْعِدَتْ مرجعاً زمانياً كونياً، لكنها ما زالت تصلح للقياسات العلمية على سطحها.

ومع تقدم وسائل القياس، تبين بأن اليوم الشمسي أيضا غير ثابت، أي إنَّ ساعاتنا التي ضبطت تبعاً له غير ثابتة،

لأن اليوم الثالث والعشرين من كانون الأول يزيد حوالي (٥٠) ثانيةً عن اليوم السادس من أيلول، ورغم هذا الاختلاف، فقد استمر العمل باليوم الشمسي حتى القرن السابع عشر، ليحل محله اليوم الفلكي وحدةً أطول وأدق، يعتمد على شروق النجوم وغروبها حركةً ظاهريةً ناتجة عن دوران الأرض حول محورها بانتظام، لكن هذا الانتظام وعلى المدى الطويل يتأثر بمجموعه من الظواهر نذكر منها:

١- المد والجزر عند شواطئ البحار والمحيطات وما يسببه من احتكاك يعيق حركة الأرض.

٢- النيازك والشهب التي تسقط على الأرض، من الفضاء الخارجي تشكل محيطاً يقاوم حركة الأرض وغلافها.

٣- الزلازل تغير أوضاع المادة داخل الأرض ، وتراكمُ الثلوج يغير أوضاع المادة على سطح الأرض، وكلاهما يؤثر في انتظام حركتها.

إن مجمل الظواهر السابقة تغير موقع مركز ثقل الأرض، وهذا يغير عزم دورانها[١] (عطالتها) ويبطئ حركة دورانها، ويصبح اليوم الفلكي أطول أي غير ثابت. ولحل مشكلة عدم انتظام الزمن، نتيجة الحركة غير المنتظمة للأرض، استعارت الفيزياء، بمساعدة اسحق نيوتن أحدِ أشهرِ علمائها، مسلَّمةَ الزمن العلمي المطلق المستقل عن حركة الأرض وغيرها من الأجسام المتحركة. من البوذية** عندما أكدتْ بأن الزمن بلا بداية أو نهاية، ويجري بمعدل ثابت في جميع أنحاء الكون، ليستقبل جميعُ البشر على السواء الزمن نفسه.

إن تعميم فكرة الزمن بهذه الصورة، كانَ نتيجة التوافق التام في قياس الزمن، بين ساعات أشخاص يعيشون

---

(١) البوذية: ديانة أسسها بوذا (٥٦٦ – ٤٨٦) قبل الميلاد ويعني (المنور) باللغة السنسكريتية وهي فلسفه لا تؤمن بإله وتعتمد على الزهد لتخليص الناس من الآلام للوصول إلى الإنسان المتأمل الذي يكبح في نفسه كل العواطف والأهواء ويتم الوصول إليه بعد سلسلة لا متناهية من المتناسخات. ويتبع هذه الديانة أناس منتشرون في الهند والتبت (الصين) واليابان ونيبال وكوريا وغيرهم.

متقاربين من بعضهم بعضاً في مدينةٍ واحدةٍ. أما وهم يعيشون متباعدين أو كل في كوكبه على سبيل الافتراض فإن التوافق في قياس الزمن من قبل ساعاتهم يتطلب انتشاراً فورياً وسرعات لا نهائية حتى يستطيع جميعهم على هذا الكواكب معرفة ما حدث في آن واحد ، وهذا لا يمكن تحقيقه أبداً. فالزمن يتدفق بسرعات مختلفة في أمكنة مختلفة وبذلك لا يمكن أن يكون مطلقاً كما اقترحه نيوتن، لأن فكرة الزمن الأرضي التي اعتدنا عليها تفقد معناها إذا انتقلنا إلى مرجع آخر ككوكب عطارد مثلاً، فعطاردُ أسرع من الأرض بسبب قربه من الشمس. وهذا يجعل يومه مساوياً لسنته تقريباً لأن زمن دورانه حول نفسه يساوي زمن دورانه حول الشمس.

والجدول التالي يوضح لنا يوم كل كوكب بالتوقيت الأرضي:

الكوكب	البعد عن الشمس بملايين الكيلو مترات	القطر بالكيلو متر	عدد أقمار الكوكب	اليوم بالتوقيت الأرضي	السنة بالتوقيت الأرضي
عطارد	٥٨	٤٨٤٠	لا يوجد	٥٩ يوماً	٨٨ يوماً
الزهرة	١٠٨	١٢٣٠٠	لا يوجد	٢٤٤ يوماً	٢٥٥ يوماً
الأرض	١٥٠	١٢٧٥٦	١	٢٣ ساعة ٥٦ دقيقة	٣٦٥,٢٥ يوماً
المريخ	٢٢٨	٦٧٩٠	٢	٢٤ ساعة ٣٧ دقيقة	٦٨٧ يوماً
المشتري	٧٧٨	١٤٢٨٠٠	١٢	٩ ساعة ٥٠ دقيقة	١٢ سنة
زُحل	١٤٢٧	١١٩٣٠٠	١٠	١٠ ساعة ١٤ دقيقة	٢٩,٥سنة
أورانوس	٢٨٧٠	٤٧١٠٠	٥	١٠ ساعة ٤٩ دقيقة	٨٤ سنة
نبتون	٤٤٩٧	٤٤٨٠٠	٢	١٥ ساعة ٤٨ دقيقة	١٦٥ سنة
بلوتو	٤٩٠٧	٥٩٠٠	لا يوجد	٦,٥ يوم	٢٤٨,٥ سنة

نستنتج من الجدول :

١ - يوم عطارد يقارب سنته.

٢ - يوم الزهرة أطول من سنتها.

أي إن لكل كوكب أو نجم في هذا الكون زمانه الخاص به، فالمكان يمكن تحديده رياضياً بثلاثة أبعاد (طول وعرض وارتفاع) أما إذا أردنا أن نحدد حدثاً ما في هذا الكون فإننا نحتاج إلي مرجع آخر هو الزمن الذي يمثل البعد الرابع، أي إن المكان والزمان مفهومان متغيران ومتلازمان، بمعنى لا مكان من دون زمان ولا زمان من دونِ مكان، فأي حادثة في هذا الكون يتم تعيينها بالمكان والزمان اللذينِ وقعت فيهما، هذا ما أكده أستاذ آينشتاين عام ١٩٠٧ العالم الألماني هيرمن مانكوفسكي (١٨٦٤ – ١٩٠٩) عندما قال: من الآن فإن المكان بذاته والزمان بذاته سوف يتداخلان فيغيبان كما لو **كانا ظلين**. وبذلك يكون قد ربط الزمان والمكان معاً بمصطلح سمّي الزمكان.

إن المسافر المتحرك بسرعة قريبة من سرعة الضوء ،تتحرك عقارب ساعته بصورة اعتيادية وهو داخل مركبته بينما يرى عقاربَ الساعات الأرضية تتحرك ببطء. أمّا المراقب الأرضي فيرى حركة عقارب ساعته طبيعية ويوافقه جميع القاطنين معه، لكنه يرى حركة عقارب ساعة المسافر على متن المركبة الفضائية أبطأ من حركة عقارب

ساعته التي هي في حالة سكون ، وهذا ما سماه آينشتاين تمدد الزمن معتمداً أيضاً على علاقة رياضية[١] استنتجها العالم لورنتز واستخدمت لتبيان أثر السرعة على الزمن.

* **تناقض رؤية التوأمين** :

تخيل العالم لانجفان (١٨٧٢- ١٩٤٧) مركبة فضائية ، منطلقةً بسرعة كبيرة وصلت إلى (٠,٩٥) من سرعة الضوء البالغة ٣٠٠,٠٠٠ كيلو متر في (الثانية) وعلى متنها أحد توأمين، واستمرت في رحلتها عشرين عاماً، إنَّ التوأم الآخر على الأرض يكون قد مضى عليه زمن تحسبه علاقة لورنتس بـــ ٦٢ عاماً، وماذا لو طالت رحلة التوأم المسافر مدة أطول؟ لا شك بأنه يعود إلى الأرض ليجد أخاه شيخاً هرماً، هذا إذا بقي على قيد الحياة! وتفسير هذه النتيجة أنَّ

---

(١) آلات ظهرت في بداية الثلاثينيات من القرن الماضي هدفها تسريع الجسيمات الأساسية المشحونة مثل الإلكترون والبروتون لتصبح طاقتها عالية جداً ثم توجيهها نحو نوى الذرات لشطرها ومعرفة كنهها ودراسة القوى المؤثرة فيها.

الزمن يمر ببطء أكبر بالنسبة للتوأم المسافر في المركبة الفضائية نتيجة سرعته العالية فهو إذاً يكسب الزمن لصالحه.

إن النتيجة السابقة غريبة علينا، وتنسف خبراتنا اليومية، وأفكار العالم نيوتن على سواء.

والسؤال الهامُّ هنا: أيُّ الزمنين هو الصحيح؟ والجواب: كلاهما، لأن كلاًّ من التوأمين يعتبر الزمن الذي يراه على ساعته هو الزمن الصحيح والحقيقي.

*** التجربة تثبت صحة تمدد الزمن**

أثبت العالمان الأمريكيان هافل وكيتنغ بتاريخ ١٤/٧/١٩٧٢ أنه عندما ينتقل شخص ما من (مرجع) ثابت الإحداثياتِ الأرضِ مثلاً، إلى مرجع آخر متحرك بسرعة قريبة من سرعة الضوء، فإنَّ ساعته التي أصبحت متحركة معه تبطئ خلال رحلته.

بعد اكتشاف مزيدٍ من الجسيمات الصغيرة جداً أثناء التفاعلات النووية، بينت التجربة بأن جسيم البيون وعمره لا

يتعدى جزأين من مئة مليون من الثانية وهو بحالة سكون، بيّنتْ أنه عندما يتحرك بسرعة قريبة من سرعة الضوء فإن ساعته الداخلية المتحركة معه تتمدد (تتباطأ) ليحيا مدة أطول بثلاث مرات تقريباً من عمره حين يكون في المختبر بحالة سكون، وهذا يؤكد صحة ما توصل إليه العالمان هافل وكيتنغ.

والخلاصة: إن الزمن الذي تسجله ساعة مسافر عبر الفضاء بسرعة قريبة من سرعة الضوء أقل من الزمن الذي تسجله ساعة مراقب ساكن على الأرض والعكس صحيح. فالزمن إذاً متغير ونسبي لأنه يختلف من مراقب لآخر. وبدايته ونهايته مرتبطة ببداية ونهاية هذا الكون الذي إذا توقف عن التمدد يوماً دمَّرَ نفسه وتوقف الزمن.

نشوء النظرية النسبية العامة

بعد عمل مضن قام به العالم الفيزيائي النظري آينشتاين دام عشر سنوات تقريباً بدأ مع ولادة النظرية النسبية الخاصة عام (١٩١٥)، استخدم خلالها الرياضيات البحتة البعيدة كل البعد عن التجربة، واستطاعَ من خلالها إثبات ما يشاء، كما ادعى، حيث توصل إلى معادلات رياضية تفاضلية معقدة، استخدمت أساساً لبناء النظرية النسبية العامة، وقد ساهم في بنائها أيضاً وباعتراف اينشتاين نفسه كلٌّ من الفيلسوف دافيد هيوم (١٧١١-١٧٧٦) الذي كانَ يرفض المسلمات ويؤكد على استمرارية البحث العلمي، والعالم الفيزيائي النمساوي أرنست ماخ الدائم الشك بالميكانيك الكلاسيكي والرافض أيضاً لأفكار النظرية النسبية العامة ويظهر ذلك جلياً في ردِّهِ على رسالة آينشتاين

المرسلة له عام ١٩١٣، وأهم ما جاء في رده هو أنني، أي ماخ، أُنْكِرُ بكل حزم فكرة اعتباري المبشر الأول للنسبية وأرفضها لأنني أجدها أكثر طوباوية، ورغم ذلك مضى أينشتاين في بناء نظريته النسبية العامة التي ارتكزت على مبدأين حسب أغلب شارحيها هما:

١. مبدأ التكافؤ الذي ينص:

إن جميع المراجع القاصرة (الثابتة أو المتحركة بسرعة خطية منتظمة) وغير القاصرة (المتسارعة أي متغيرة السرعة) متكافئة في صياغة جميع قوانين الطبيعة أي إنها تطوير للنظرية النسبية الخاصة التي تعتمد على المراجع القاصرة فقط في صياغة قوانين الفيزياء وليس قوانين الطبيعة جمعاء. وصاغ آخرون مبدأ التكافؤ بأنه يعني تكافؤ قانون الجاذبية (الثقالة) مع تسارع المرجع، أي كلاهما يمكن رده إلى آخر، وبصيغة أخرى تكافؤ قانون الجاذبية مع قانون نيوتن الثاني الذي ينص على أن تعميم مبدأ التكافؤ يعتبر أساساً للنظرية النسبية العامة رياضياً وفلسفياً.

٢. نظرية الحقل الموحد (تكافؤ الحقول):

لنمهد لذالك بالسؤال التالي:

ما هي القوى الأساسية المسيطرة على مادة الكون؟

تؤثر على مادة هذا الكون ، بأشكالها الأربعة (الصلبة، السائلة، الغازية، الأيونية) حسب المعطيات العلمية المعاصرة، أربعة أنواع من القوى التبادلية هي:

أ- **قوة الجاذبية:** التي تسيطر على الأجسام المادية الكبيرة في هذا الكون بشكل تبادلي، أي الأرض تجذب القمر والقمر يجذب الأرض بقوة كبيرة نظراُ لكبر كتلتيهما، وتعمل القوة الطاردة المركزية (النابذة) والناتجة عن دوران القمر حول الأرض على مقاومة هذا التجاذب وتفاديه فلا نرى إلا وجهاُ واحداً للقمر، وهكذا تدور بمدارات إهليليجية جميع الكواكب حول الشمس، أي إن تأثير قوة الجاذبية يمتد لمسافات كبيرة ولا نهائية.

ب- **قوة الكهرطيسية:** التي هي قوة تنتج من العلاقة بين القوة الكهربائية والقوة المغناطيسية، ومنطقة نفوذها الذرات

والجزيئات وقطع من المادة الصغيرة، وهي الأكثر انتشاراً في الطبيعة ، لوجود نوعين من الشحنات الموجبة والسالبة، وتأثيرها يمتد لمسافات مرئية وملموسة.

ت- **القوة النووية**: يوجد نوعان من القوى النووية :

- قوة نووية ضعيفة تظهر بين جسمين هما الإلكترون والنترينو ومجال تأثيرها ١٠^ -١٦ سم .
- قوة نووية قوية لها تسميات عدة لأنها ليست قوة بالمفهوم الكلاسيكي بل هي طاقة، ومجال تأثيرها ينحصر في نواة الذرة إي في حيز لا يتعدى ١٠-١٣ سم حيث تتفاعل النيوترونات المتعادلة مع البروتونات الموجبة على شكل ثنائية (متعادل، +) تعمل على ربط مكونات النواة وهي أكبر بألف مليار مرة من القوة النووية الضعيفة وبمائة مرة من القوة المغناطيسية.

وتجدر الإشارة إلى أن اختلاف مناطق نفوذ كل قوة من هذه القوى لا يلغي وحدتها، لأن جميع الأجسام الصغيرة والكبيرة مكونة من جزيئات وذرات ونوى.

إن لكل من هذه القوى السابقة مجال تأثير يسمى حقلاً ، ومنذ اكتشاف هذه الحقول كان العلماء يحاولون توحيدها في حقل واحد، وكانت البداية مع العالم الاسكتلندي ماكسويل (١٨٣١-١٨٧٩) الذي نجح نظرياً وعملياً في توحيد حقلي الكهرباء والمغناطيسية، بحقل واحد سمي حقل الكهرطيسية، ثم تابع العالم اينشتاين مسعى ماكسويل في توحيد حقول القوى رياضياً بهدف إثبات مبدأ التكافؤ السابق، مستعيناً بما قدمه علماء الرياضيات في هذا المجال ونذكر منهم: الألماني هرمن مانكوفسكي (١٨٦٤-١٩٠٩) مخترع فكرة الفضاء رباعي الأبعاد، والألماني برنارد ريمان (١٨٢٦-١٨٦٦) وصديق آينشتاين غروسمان الذي تعاون معه إلى أن غادر سويسرا نحو برلين عام ١٩١٤ حيث اندلعت الحرب العالمية الأولى وبقي آينشتاين يجاهد وحيداً في ظروف حرب مستعرة لا يحسد باحث عليها ، يضاف إلى ذلك الخلاف بينه وبين زوجته الذي أخذ منحاً تصادمياً عندما صرح لها مراراً وتكراراً بأنه لا يحمل في أعماقه أي انتماء لا لأسرة ولا لأي وطن في العالم. وهذا يفسر لنا حصوله على ثلاث جنسيات هي: الألمانية والسويسرية وأخيراً الأمريكية.

إن استمرار الخلاف والتشاحن بينهما سنواتٍ ثلاثاً لأسباب عديدة نذكر منها غيرتها المرضية حسب رأيه، وشعورها بالوحدة نتيجة استغراقه الدائم بأبحاثه؛ المتعةِ الوحيدةِ المتبقيةِ لديه حسب رأيها، كل ما تقدم دفعهما إلى العودة إلى سويسرا دون أمل بإذابة الجليد المتراكم على علاقتهما، بل تفاقم الخلاف بينهما حتى انفصل كلٌ منهما عن الآخر.

ومن الطريف أن نذكر أنه بعد تدخل الأصدقاء لمعالجة وضعهما الأسري الصعب ، تواضع آينشتاين وأرسل لها رسالة في تموز من العام نفسِهِ ضمَّنها مجموعة من الشروط التعجيزية التي تؤكد أنه لا يستطيع أن يعيش معها زوجاً عادياً، ونذكر منها:

١- أن تنظف وتكوي ثيابه الخارجية والداخلية على سواء، فتكون جاهزة على مدار الساعة.

٢- أن تعد له يومياً ثلاث وجبات طعام وتحرص على أن تقدمها له ساخنة وفي غرفته الخاصة.

٣- أن تقطع كل علاقة شخصية معه إلا تلك التي تفرضها اللياقة الاجتماعية في المناسبات العامة.

٤- أن تغادر غرفته فوراً ودون أي اعتراض أو تذمر، عندما يطلب منها ذلك.

وهكذا تم الطلاق بينهما عام ١٩١٩، واتفقا أن يعطيها القيمة المالية لجائزة نوبل في حال الحصول عليها، وانصرف اهتمامه بعد ذلك كلياً نحو القوانين العامة للفيزياء التي تحاول تفسير حركة هذا الكون ، وساعده في ذلك اهتمام ابنة عمه المطلقة ألسا بِهِ بعد أن تزوجها خلال فترة متعبةٍ عاطفياً وعصبياً، فأنجز ما سُمِّيَ النظرية النسبية العامة، إذ لم يتمكن من إنجاز نظرية للمجال الموحد الذي قل الاهتمام به، إلى أن تطورت المسرعات(١) خلال الأعوام من ١٩٥٠ إلى ١٩٨٠، وأصبح من الممكن إعادة التفكير ثانية بوحدة الحقول، خصوصاً «عندما تمكَّنَ العالم الباكستاني محمد عبد السلام الذي توفي منذ أعوام قليلة، والعالم الأمريكي ستيفين

---

(١) توجد في جسم الإنسان أربعة أشكال منها ، وعملها دعم العمليات الحيوية التي تتم بمساعدة الخلايا العصبية المسؤولة عن النشاط الفكري. ومازال العلماء يجهلون معظم مهام هذه الخلايا إذا استثنينا التخلص من البوتاسيوم الفائض ، وصناعة غلاف بروتيني.

وينبرغ (١٩٣٣-   ) من توحيد حقلي القوة النووية الضعيفة والقوة الكهرطيسية التي تكبرها بمائة مرة عام ١٩٦٨، ونالا جائزة نوبل عام ١٩٧٩، وتجدر الإشارة إلى أنَّ الدكتور عبد السلام زار جامعة دمشق منتصفَ ثمانيناتِ القرن الماضي وألقى محاضرة حول إثبات مبدأ التكافؤ ومعرفة شكل الكون».

النظرية النسبية العامة

وحقيقة نبوءاتها

تنبأت النظرية النسبية العامة بحل عديد من المسائل العلمية العالقة حينئذ، وقد أثبتت الأبحاث العلمية بعض نبوءاتها وعارضت بعضها الآخر. كما سنرى ذلك فيما يلي:

١- ماذا يحدث لخط سير الشعاع الضوئي في حقول الجاذبية للنجوم والكواكب؟

إن ما يحدث للشعاع الضوئي، حسب نظرية اليوناني إقليدس الذي عاش في القرن الثالث قبل الميلاد هو انتشاره بخطوط مستقيمة. وهذا ما يتم تدريسه حتى الآن في الكتب الدراسية قبل الجامعية التي تعتبر أن أقصر مسافة بين نقطتين هي الخط المستقيم الواصل بينهما.

لكن ما الذي يحدث حقاً للشعاع الضوئي عندما يمر بالقرب من نجم متوسط الكتلة كشمسنا؟ إن تنبؤات النظرية النسبية العامة بالاستناد إلى معادلاتها الرياضية أنه ينحني عن مساره المستقيم بزاوية قوسيه مقدارها (١,٧٤) ثانية.

وسبب هذا الانحناء جاذبية الشمس التي تحني أيضاً الفضاء من حولها وتجبر الكواكب على الدوران بمدارات إهليليجية حولها أيضاً، تماماً مثلما تنحني قطعة المطاط المشدودة من جميع أطرافها تحت تأثير كرة معدنية ثقيلة توضع على سطحها.

إذاً : وجودُ المادة في الكون يجعل الفضاء رباعي الأبعاد (متصل الزمكان) منحنياً. وهذه الفكرة تعتبر من أهم أفكار النظرية النسبية العامة التي تم التأكد من صحتها تجريبياً عندما رصد كسوف الشمس من جنوب أمريكا عام ١٩١٩. وسجل الرصد انحرافاً للشعاع الضوئي نحو الشمس بمقدار (١,٦٩) ثانية قوسية، وهذا يساوي تقريباً ما حسبه آنشتاين نظرياً في معادلاته الرياضية.

إن قياس هذه الظاهرة يمثل أفضل البراهين على صحة المبدأ الأول للنظرية النسبية العامة التي أوجدها آنشتاين بمساعدة صديقه غروسمان وجهود عالم الرياضيات الألماني دافيد هيلبرت (١٨٦٢-١٩٤٣).

٢- إن شكل الكون حسب قراءة آنشتاين لمعادلات النظرية النسبية العامة، مبهم غير واضح المعالم، ومتناقض، فهو نهائي ولا نهائي يتمدد ويتقلص... الخ.

بينما ثبت اليوم بما لا يدع مجالاً للشك بأن الكون يتمدد. وهذه الحقيقة استخلصها الفلكي الألماني؟ من معادلات النسبية، وأكدها الفلكي والرياضي الأمريكي هبل (١٨٨٩-١٩٥٣) .

٣- **الثقوب السوداء:** تنشأ الثقوب السوداء من موت نجوم تعادل كتلتها عشرة أضعاف كتلة شمسنا تقريباً. ويحدث ذلك عندما تتغلب قوى الجاذبية (الثقالة) الذاتية للنجم على قواه النووية. عندها يصبح النجم بحالة موت تدريجي، حيث يبدأ بالانهيار والتقلص إلى أن يؤول حجمه إلى الصفر تقريباً، وتزداد كتلته تدريجياً إلى ما لا نهاية، ويتحول عندئذ

إلى ثقب أسود يتوقف الزمن بداخله، ويستطيع ابتلاع كل الأجرام السماوية التي تقترب منه نظراً لجاذبيته الهائلة. ولا يمكن رؤيته بالعين المجردة ولا بالتلسكوب لعدم إصداره أية إشعاعات، حتى إن الشعاع الضوئي الذي يصل إليه لا يستطيع النفاذ منه. لذلك يتم كشفه ودراسته بصورة غير مباشرة عند دراسة النجوم المزدوجة التي يمكن أن يكون أحدها ثقباً أسود.

وتجدر الإشارة إلى أن النظرية الحديثة للثقوب السوداء التي أوجدها أبو القنبلة النووية، العالم الأمريكي أوبنها يمر (١٩٠٤-١٩٦٧) تعتمد على المعادلات الرياضية للنظرية النسبية العامة. والمفارقة العجيبة أن آينشتاين أخطأ في تحليل معادلاته عندما استخدمها لإثبات عدم وجود الثقوب السوداء.

٣- تقدم حضيض عطارد:

كان علماء الفلك يعتقدون بأن كوكب عطارد وغيره من كواكب المجموعة الشمسية، تدور حول الشمس بمدارات

بيضاوية ثابتة، وتمر في حضيضها عندما تكون الزاوية (هـ) أعداداً زوجية من Π. أما بعد النظرية النسبية فإن حضيض الكواكب ليس ثابتاً ويتقدم بزاوية تحددها علاقة رياضية حسب من خلالها اينشتاين مقدار هذه الزوايا حسب الجدول التالي:

الكوكب	تقدم حضيض الكوكب حسب المشاهدة كل مئة سنة	تقدم حضيض الكوكب حسب النظرية النسبية كل مئة سنة
عطارد	43.1 ± 0.5	43
الزهرة	8.4 ± 1.8	8.6
الأرض	5 ± 1.2	3.8
المريخ	-	1.4
المشتري	-	0.06
اورانوس	9.8 ± 0.8	10

من الجدول السابق يمكن استنتاج ما يلي:

١- تقدم حضيض الكواكب يتم ببطء شديد لا يتعدى بضع ثوان كل مئة عام، لذا من الصعب قياسه تجريبياً.

٢- وجود فارق كبير نسبياً بين الأرقام الناتجة عن المعادلات الرياضية والأرقام الناتجة عن المشاهدات الأرضية، وهذا يضع النظرية النسبية العامة على المحك.

الخلاصة: إن إغفال أية عوامل، معروفة أو غير معروفة، تؤثر في ظاهرة ما يجعل تفسيرها ناقصاً. وهذا ما حدث في ظاهرتي تقدم حضيض الكواكب وانحناء الشعاع الضوئي أثناء مروره بالقرب من الشمس.

أما تفسير الظواهر الطبيعية بالاعتماد على المعادلات الرياضية فقط كما فعل آينشتاين ،فانه يحتاج إلى دقة وقدرة تحليلية عاليتين لهذه المعادلات. ومن هنا يمكن تفسير التباين بين العلماء في فهم ظاهرة الثقوب السوداء وشكل الكون.

جائزة نوبل للفيزياء لآينشتاين

من المدهش حقاً أن آينشتاين لم يمنح جائزة نوبل عام ١٩٢١عن نظريتيه النسبية الخاصة والعامة. وقد استغل معارضو النظريتين ذلك، وقالوا إن علماء لجنة تحكيم جائزة نوبل لم يجدوا فيهما أي تطبيق يفيد البشرية. بينما فسر المؤيدون ذلك بحداثة النظريتين وعدم انتشار أفكارهما إلا عند صفوة علماء الفيزياء آنذاك. بل منح الجائزة في ذلك العام أي ١٩٢١ عن عمله في تفسير ظاهرة التأثير الكهرضوئي أي (تحول الضوء إلى كهرباء). ويتم ذلك عندما تصطدم فوتونات الضوء بإلكترونات سطح معدن ما فإنها تمنحها جزءاً من طاقتها. فإذا كانت هذه الطاقة الممنوحة أكبر من طاقة ارتباط الإلكترونات بسطح المعدن فإن الإلكترونات تتحرر من سطحه على شكل تيار كهربائي، وقد تم قياس هذا التيار بمقياس جلفانومتر حساس.

أما إذا كانت طاقة الفوتونات أقل من طاقة ارتباط الإلكترونات بسطح المعدن، فلا تتحرر الإلكترونات وهذا ما يفسر التوقف المفاجئ للتيار في الجلفانومتر.

وكان هذا التفسير مقنعاً حينها لظاهرة التأثير الكهرضوئي، وتم نشره من قبل العالم آينشتاين في جريدة آنالين الألمانية التي كان يرأس تحريرها العالم ماكس بلانك (١٨٥٨ - ١٩٤٨). لكن الاعتراض الذي وجه لهذا التفسير، هو اعتماده الطبيعة الجسيمية للضوء ، عندما قال بأن الضوء يتكوّن من جسيمات تصدر عن المنبع الضوئي بشكل متقطع، وهذا ما خالف التصور الموجي السائد آنذاك عن الضوء والذي أكدته التجارب، وقد استند آينشتاين في تجسيمه للضوء على ميكانيك الكم الذي أسسه العالم ماكس بلانك عام ١٩٠٠، وقدم أفكاراً جديدة هزت من خلالها النظرية الموجية للضوء، وأكدت رياضياً وتجريبياً بأن الضوء والحرارة وجميع الأمواج الكهرطيسية ، تنبعث على هيئة كمات من الطاقة ، تحملها جسيمات صغيرة جداً سميت عام ١٩٢٦

بالفوتونات ، وأنَّ كُلَّ كَمٍّ من الطاقة محدودُ المقدار ويساوي ثابت بلانك مضروباً بتردد الفوتون الحامل لهذه الطاقة ، ويعتبر العالم بلانك أول من قال بأن الطاقة كمياتٌ متقطعة ومتتالية وليست متصلة ولا مستمرة كما طرحها الميكانيك الكلاسيكي ، ونال جائزة نوبل لأبحاثه في هذا المجال عام ١٩١٨. وقد استطاع العالم الأمريكي ميليكان (١٨٦٨ – ١٩٥٣) فيما بعد أن يحدد قيمة ثابت بلانك تجريبياً، ونال جائزة نوبل عام ١٩٢٣، تلاه العالم الأمريكي ارثر كومبتون (١٨٩٢ – ١٩٥٣) والذي أثبت الطبيعة الجسيمية للأشعة السينية. ورغم ذلك يبقى هذا السؤال: هل طبيعة الضوء جسيمية أم موجية؟

تابع العالم الفرنسي لويس دي برويلي (١٨٩٢ – ١٩٨٧) أبحاثه عن طبيعة الضوء، وضمّن أطروحته لنيل درجة الدكتوراه من جامعة السوربون الفكرة التالية:

إن فوتونات الضوء تسلك سلوكاً مزدوجاً، أي تسلك تارة سلوك الأمواج وتارة أخرى تسلك سلوك الجسيمات، فهي إذاً

أمواج وجسيمات، وتمتلك خواصهما كما تبين الظاهرة الكهرضوئية، وتساءل: هل الفوتونات هي الوحيدة التي تسلك هذا السلوك الازدواجي؟

أجاب بأن الإلكترونات والجسيمات الأخرى تسلك سلوك الفوتونات أيضاً، فالازدواجية خاصية فيزيائية عامة لجميع جسيمات المادة.

آراء العلماء فيما قدم آينشتاين

لقد كتب عن آينشتاين أكثر من مئة كتاب فيها المعارض وفيها المؤيد. ونذكر هنا على سبيل المثال لا الحصر بعض الآراء الإيجابية والسلبية لبعض العلماء والمفكرين.

الإيجابية:

١ - راسْلْ كورماخ المؤرخ العلمي قال عن اينشتاين بأنه:

- العالم الأول في القرن الماضي الذي كان يختلف بتفكيره عن غيره من العلماء، لقد كان أشهر من اشتهر وهو حي، وبقي كذلك عندما غاب عنا.

٢ - العالم الفيزيائي (لندنبورغ):

كان يوجد في العالم نوعان من الفيزيائيين: الأول (آينشتاين)، والآخر سائر الفيزيائيين.

٣- العالم الفرنسي جان مارك لوبلون أستاذ مادة الفيزياء في جامعة نيس: وراء كل حركةٍ من حركاتنا يقف آينشتاين، وفي كل مرة ندير التلفزيون ننادي آينشتاين الذي حقَّق اضطراباً كبيراً عندما أعلن عام ١٩٠٥ أنه لا يوجد شيء اسمه الثبات المطلق، وبعد ذلك لم يعد هناك شيء.

السلبية:

١- المهرج اليهودي شارلي شابلن (١٨٨٩-١٩٧٧) قال عام ١٩٣١ في حفل عرضِ فلمِهِ أضواء المدينة: إن الجميع يصفقون لي لأنهم يفهمونني، ويصفقون لك لأن أحداً لا يفهمك يا آينشتاين.

٢- رسالة من الطبيب النفسي اليهودي النمساوي سيغمون فرويد (١٨٥٦-١٩٣٩) إلى آينشتاين يقول فيها مازجاً المزح بالجد: إنك أنت أيها الفيزيائي الكبير مكتشف نظرية التحليل النفسي وليس أنا.

وهذا يفسر غرق الفلاسفة والمفكرين في كثافة التفسيرات للنظرية النسبية العامة من جهة، وجملة المفاهيم المنسوبة إلي آينشتاين وهي لغيره من العلماء، من جهة ثانية.

٣- ستيفن ليكوك قال إن آينشتاين عمل اضطرابا كبيراً عندما أعلن عام ١٩٠٥ بأنه لا يوجد شيء' اسمه الثبات المطلق، وبالتالي لم يعد هناك شيء.

٤- الباحث الفرنسي جان إيزنشتاد الذي يعمل بالمركز الوطني للأبحاث العلمية في باريس قال:

إن آينشتاين فاتته الثقوب السوداء وظاهرة تمدد الكون وكلاهما من نتائج معادلات النسبية العامة التي تنسب بمجملها إليه ولم يستطع استنتاجها منها.

- الفلكي الروسي الكسندر فريدمن اختلف مع آينشتاين في تفسير معادلات النسبية العامة ورأى فيها إعطاء الشيء وضده حول شكل الكون مغلق، ومفتوح، نهائي ولا نهائي، يتمدد ويتقلص.

٦- الفلكي الأمريكي روبير ديك:

اختلف مع آينشتاين في مسألة حضيض عطارد. لأن تفلطح الشمس هو السبب في تقدم حضيض عطارد، وليس المعادلات الرياضية للنظرية النسبية العامة التي اعتمد عليها آينشتاين في حساب تقدم هذا الحضيض.

نهاية العالِم آينشتاين

سئل آينشتاين ذات مرة أين مختبرك؟ فأجاب: إنه قلمي.

وهذا يؤكد اهتمامه بالجانب النظري للفيزياء، وإهماله للجانب التجريبي طيلة حياته التي دامت (٧٦) عاماً. حيث توفي وهو نائم في بيته بتاريخ ١٩٥٥/٤/١٨. ولمعرفة سبب الوفاة تم تشريح الجثة من قبل الدكتور توماس هارفي في مشفى برينستون، وتبين أنها ناجمة عن تمزق في الوعاء الدموي الأبهر.

عندها تم حرق الجسد ثم نثر الرماد في موقع سري ، تنفيذاً لوصية آينشتاين التي تضمنت أيضاً أن لا يقام له ضريح من أي نوع منعاً للتبجيل أو التقديس.

تم نزع دماغه ومخيخه لمعرفة سبب عبقريته قبل حرق جثته، ووضعا في ثلاثةِ أوعية تحوي محلول الفورمالدهيد

لحفظها كي تجرى عليهما دراسات وأبحاث، فيما بعد وافق على ذلك ابنه د. هانز وبدأت عالمة تشريح الجهاز العصبي (ماريان دياموند) العاملة بجامعة كاليفورنيا بمساعدة زوجها العالم د. آرنولد شيبل بالعمل على مقاطع مختلفة من خلايا دماغه، أكدت من خلالها أن خلايا الجليال (الابقية) في دماغ آينشتاين تزيد ٧٣% عن خلايا الإنسان العادي. لكن حتى الآن لم يتمكن العلماء من إيجاد علاقة بين عدد هذه الخلايا والعبقرية. تابع هذهِ الأبحاثَ عالمُ الأعصاب الألماني (أوسكار فوخت) وزوجته سيسيل وأعلنا اكتشاف خلية عصبية واحدة في دماغ آنشتاين زاعمين بأنها المسؤولة عن عبقريته. لكن لم يفصح أحد عن تفاصيل هذا الاكتشاف.

تبعهم علماء آخرون لم ينشروا نتائج ما أجروه من أبحاث حتى الآن. فهل صعب عليهم حل لغز دماغ آنشتاين أم ما زالت الأبحاث سرية حسب رغبة العائلة. ومؤخراً نجح عدد من الباحثين الأطباء الكنديين بكشف سر عبقريته عندما

أعلنوا بأن الفص السفلي في مخه والمسؤول عن التفكير والتخيل أكبر من الاعتيادي، وأن الروابط بين الفصين الجبهي والصدغي أقصر من العادية.

* * *

خاتمة

إن النظرية النسبية الخاصة والعامة التي اعتمدت في بنائها على الرياضيات البحتة منذ أكثر من مئة عام، غيرت كثيراً من المفاهيم في علم الميكانيك الكلاسيكي الذي اقتصر على دراسة حركة وتحريك الأجسام ذات السرعات المحدودة (سيارة - طائرة) ومازال صحيحاً حتى الآن. أما السرعات العالية التي تقترب من سرعة الضوء كسرعة الجسيمات الأولية فمن اختصاص ميكانيك النظرية النسبية الذي طبق بنجاح على جمع أجسام وجسيمات هذا الكون.

فالطول والزمن والكتلة والسرعة التي كانت تتمتع بصفة الثبات أصبحت نسبية متغيرة بحسب سرعة المكان الذي تقاس فيه أو منه. أي إن النظرية النسبية الخاصة والعامة

لكلٍّ منهما دور مهم في تبديل صورة الكون الذي كان محدوداً في أذهان البشر آنذاك بثلاثة أبعاد مكانية هي (طول، عرض، ارتفاع) إلى كون بأربعة أبعاد، ثلاثة منها مكانية والرابع زماني. أي إنها ربطت المكان بالزمان بمصطلح سمي الزمكان الذي ينحني تحت تأثير حقول الجاذبية، وفجرت الطاقة المحبوسة داخل حيز ضيق هو نواة الذرة من خلال أشهر علاقة في التاريخ وهي علاقة تكافؤ الكتلة والطاقة. وتم استثمار هذه الطاقة إيجابياً لإنتاج الكهرباء وتحريك حاملات الطائرات والغواصات والمركبات الفضائية، وسلبياً بإنتاج القنابل النووية والصواريخ العابرة للقارات.

وتجدر الإشارة إلى أنه بالرغم من النجاحات التي حققتها النظرية النسبية بفضل جهود عدد كبير من العلماء وليس اينشتاين وحده كما بين الإعلام في أغلب الأحيان والتعديلات التي رافقت ولادتها، فإنها ما زالت في بعض جوانبها قاصرة عن فهم كامل لمادة وحركة هذا الكون.

لذا عمل العالم الانجليزي بول ديراك (١٩٠٢ – ١٩٨٤) فيما مضى على تأسيس ما سمي بمكانيك الكم النسبي. ويعمل حالياً عدد من العلماء من بينهم العالم الإيطالي الكوني جوفاني أملينو على استكمال ربط النظرية النسبية بمكانيك الكم (الكوانتي) عندما طرح فكرة مفادها بأن الزمكان يتكون من رزم مرتبطة مع بعضها بعضاً، وبذلك يكون قد أعطى شكلاً جديداً للنظرية النسبية التي لم يكن صاحبها من مؤيدي ميكانيك الكم لأنه كانَ يعتمد على الرياضيات الاحتمالية، بل ذهب أبعد من ذلك عندما عارض النتائج التي توصل إليها ميكانيك الكم. ويظهر ذلك جلياً من خلال مراسلاته مع العالم الألماني اليهودي ماكس بورن (١٨٨٢-١٩٧٠) الذي نال جائزة نوبل للفيزياء عام ١٩٥٤ عن نظريته الاحتمالية في ميكانيك الكم. حيث أكد آينشتاين في إحدى رسائله له بأنه بالرغم من النجاح الكبير لنظرية الكم لكنها لم تقنعني بالاعتقاد بصحة لعبة النرد (الزهر) هذه، ويقصد نظرية

الاحتمال سابقة الذكر. وجاء الرد من ورنرهيزنبرغ الحائز على جائزة نوبل في الفيزياء عام ١٩٣٢ وهو في الواحد والثلاثين من العمر عن مشاركته في وضع قوانين ميكانيكا الكم والذي كتب مقدمة كتاب المراسلات بين آينشتاين وبورن والتي دامت أربعين عاماً أكد من خلالها: بأن تطور الأبحاث يتعذر فهمه ما لم يبذل الباحث جهداً إضافيا لتوسيع آفاق فكره وما لم يتجاوزْ خلفيته الفلسفية. ويبدو أن اينشتاين في حالة ميكانيك الكم ، لم يكن قابلاً ولا مهيئاً لتجاوز هذه الخطوة.

وأياً كانت معارضته فإن ميكانيك الكم أصبح الآن علماً ثابت الأساس تؤيده الاكتشافات الحديثة في كل مضمار، وتدعمه التجربةُ، الحَكَمُ النهائي على أية نظرية.

خلاصة القول: إن البحث العلمي دائم التطور، وهو يقودنا دوماً نحو الاكتشافات العلمية التي تعمل على تحسين هذا العالم وإدراكه بصورة أفضل، ولكن مهما نجحت القوانين الفيزيائية في التعبير عن سلوك المادة في هذا الكون ، فمن المتعذر السيطرة عليها بشكل مطلق، كما إنَّ هذه القوانين عرضة للتعديل كلما زادت معرفتنا النظرية والعملية، وبالتالي يمكن اعتبارها غاية في الدقة والصحة من خلال معرفتنا بها في الوقت الحاضر فقط.

الفهرس

الصفحة

الطبعة الأولى / ٢٠١٢م

عدد الطبع ٢٠٠٠ نسخة

عقل رياضي فذ، أنجز نظريتي النسبية الخاصة والعامة، بمساعدة العديد من العلماء.

لقد أفاض الإعلام بالثناء عليه، حتى أنه نسب إليه مفاهيم وقوانين لم تكن له.

إنه شخصية إشكالية، كُتِبَ حول شخصيته وأفكاره أكثر من مئة كتاب، بين مؤيد ومعارض لنظرياته.

www.syrbook.gov.sy

مطابع وزارة الثقافة - الهيئة العامة السورية للكتاب - ٢٠١٢م

سعر النسخة ٥٠ ل.س أو ما يعادلها